

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2013-195246

(P2013-195246A)

(43) 公開日 平成25年9月30日 (2013.9.30)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
 GO 1 S 17/89 (2006.01) GO 1 S 17/89 5 J 0 8 4
 GO 1 S 17/87 (2006.01) GO 1 S 17/87

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2012-62890 (P2012-62890)
 (22) 出願日 平成24年3月19日 (2012.3.19)

(71) 出願人 000005223
 富士通株式会社
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
 (74) 代理人 100070150
 弁理士 伊東 忠彦
 (74) 代理人 100146776
 弁理士 山口 昭則
 (72) 発明者 花田 雄一
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
 (72) 発明者 森 信一郎
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 測距装置及び入力装置

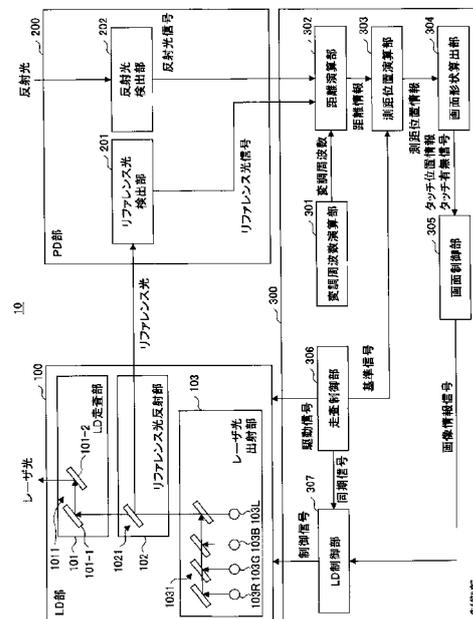
(57) 【要約】

【課題】測距装置及び入力装置において、高速で連続的な測距を高精度に行うことを目的とする。

【解決手段】被測定対象に対してレーザー光をガルバノミラーで振動周波数で振動させて出射すると共にリファレンス光を出射する光源系と、被測定対象からの反射光を検出して反射光信号を出力すると共にリファレンス光を検出してリファレンス光信号を出力する受光系と、反射光信号の周波数及びリファレンス光信号の周波数に変調周波数を合成した合成波のゼロクロス点の位相差に基づいて被測定対象までの距離を算出する距離算出部と、フレーム毎にガルバノミラーの基準位置でゼロとなる基準信号及び前記距離に基づいてレーザー光を投射している測距位置を算出する測距位置演算部を備えるように構成する。

【選択図】 図 6

本発明の一実施例におけるプロジェクトの一例を示す図



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被測定対象に対してレーザ光をガルバノミラーで振動周波数で振動させて出射すると共に、リファレンス光を出射する光源系と、

前記被測定対象からの反射光を検出して反射光信号を出力すると共に、前記リファレンス光を検出してリファレンス光信号を出力する受光系と、

前記反射光信号の周波数及び前記リファレンス光信号の周波数に変調周波数を合成した合成波のゼロクロス点の位相差に基づいて前記被測定対象までの距離を算出する距離算出部と、

フレーム毎に前記ガルバノミラーの基準位置でゼロとなる基準信号及び前記距離に基づいて前記レーザ光を投射している測距位置を算出する測距位置演算部を備えたことを特徴とする、測距装置。

10

【請求項 2】

前記測距位置演算部は、前記基準信号から前記リファレンス光信号のゼロクロスまでの時間を t 、前記リファレンス光信号のゼロクロスの時刻を t_1 、前記反射光信号のゼロクロスの時刻を t_2 とすると、1 点目の測距については $(t_2 - t_1) + t$ から前記測距位置を算出し、2 点目以降の測距については $(t_2 - t_1) + t + [(\text{変調周波数の周期}) / 2]$ から前記測距位置を算出することを特徴とする、請求項 1 記載の測距装置。

【請求項 3】

レーザ光をガルバノミラーで振動周波数で振動させて出射して任意の表面に投影画面を投影すると共に、リファレンス光を出射する光源系と、

前記被測定対象からの反射光を検出して反射光信号を出力すると共に、前記リファレンス光を検出してリファレンス光信号を出力する受光系と、

前記反射光信号の周波数及び前記リファレンス光信号の周波数に変調周波数を合成した合成波のゼロクロス点の位相差に基づいて前記被測定対象までの距離を算出する距離算出部と、

フレーム毎に前記ガルバノミラーの基準位置でゼロとなる基準信号及び前記距離に基づいて前記レーザ光を投射している測距位置を算出する測距位置演算部と、

前記測距位置と対象物の寸法に基づいて、前記投影画面上に位置する前記対象物のタッチ位置及び前記表面へのタッチの有無を算出する画面形状算出部

30

を備えたことを特徴とする、入力装置。

【請求項 4】

前記測距位置演算部は、前記基準信号から前記リファレンス光信号のゼロクロスまでの時間を t 、前記リファレンス光信号のゼロクロスの時刻を t_1 、前記反射光信号のゼロクロスの時刻を t_2 とすると、1 点目の測距については $(t_2 - t_1) + t$ から前記測距位置を算出し、2 点目以降の測距については $(t_2 - t_1) + t + [(\text{変調周波数の周期}) / 2]$ から前記測距位置を算出することを特徴とする、請求項 3 記載の入力装置。

【請求項 5】

前記タッチ位置及び前記タッチの有無に基づいて画像情報信号を生成する画面制御部と

40

前記画像情報信号に基づいて前記光源系の前記レーザ光及び前記リファレンス光の出射を制御する制御信号を生成する光制御部

を更に備えたことを特徴とする、請求項 3 または 4 記載の入力装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、測距装置、及び測距装置を備えたプロジェクション方式の入力装置に関する。

【背景技術】

【0002】

50

近年、小型のプロジェクタが実用化され、プロジェクタを備えたデジタルカメラ、ビデオカメラ、携帯電話なども提案されている。プロジェクタを備えたデジタルカメラ及びビデオカメラは、撮影した写真や動画をプロジェクタでスクリーンなどに投影することができる。一方、プロジェクタを備えた携帯電話は、電子メール、インターネット、携帯電話・移動体端末向けの1セグメント部分受信サービス(以下、「ワンセグ」と言う)、その他アプリなどに関連した画面、動画などをスクリーンなどに投影することができる。

【0003】

一般的なプロジェクタは、光源にLED(Light Emitting Diode)を利用するものが多いが、近年ではレーザダイオードを利用するものが提案されている。LEDと比べると、レーザダイオードは発熱に対する耐性に優れ、電力消費の多い冷却装置を設ける必要がない分消費電力を抑えることができ、さらに、レーザ光は焦点を合わせる必要がないなどの特徴を有する。

10

【0004】

一方、プロジェクタが投影している画面にユーザが直接接触して、画面制御を行う非接触インターフェース技術の研究及び開発が行われている。例えば、プロジェクタの投影画面を含むエリアを1または複数台の赤外線カメラなどで撮影し、ユーザの手の位置や投影画面への接触(以下、「タッチ」とも言う)を検知して制御を行う。プロジェクタの投影画面を含むエリアを1台のカメラで撮影する場合、物体を立体で検知することができないため、投影画面へのタッチを認識することが困難であったり、プロジェクタの投影光が手に遮られて手の位置の認識自体が困難な場合がある。従って、複数台のカメラをプロジェクタの光源から離して設置することにより、手の位置や投影画面へのタッチを認識するシステムが提案されているが、このようなシステムの小型化及び可搬化は難しい。また、赤外線カメラは、一般に普及している携帯電話などの可搬型装置には搭載されていないので、赤外線カメラを用いるシステムでは、当該システム専用に赤外線カメラを備えた可搬型装置を開発する必要が生じてしまう。

20

【0005】

そこで、レーザレンジファインダ(LRF:Laser Range Finder)などのレーザ測距装置を使って測距を行うことによって、プロジェクタの投影画面上の指などの凸形状を認識して画面制御を行うことが提案されている。TOF(Time of Flight)法は、レーザ測距手法の一例である。図1は、TOF法を説明する図である。TOF法は、レーザ測距装置がレーザダイオード(LD:Laser Diode)1からレーザ光を出射してから光検出器(PD:Photo-Detector)2が対象物3で反射されたレーザ光を検知するまでの時間(即ち、時間差)に基づいて、レーザ測距装置と対象物3との間の距離を計測する。しかし、TOF法では、図1(a)に示すように、レーザ測距装置から対象物3までの距離や対象物3の質に依存して反射光のパルスがなまってしまうため、測定誤差が例えば±15cm程度となり測距精度が悪い。また、図1(b)に印で示すように、反射光のパルスのどの波形部分を用いて測距するかに応じて測定誤差は大きく異なる。図1(b)中、縦軸は反射光のパルスの振幅を任意単位で示し、横軸は時間を任意単位で示し、破線は反射光のパルスの理想的な矩形形状を示す。

30

【0006】

一方、LD1から出射されるレーザ光と対象物3で反射されてPD2で検知されるレーザ光との位相差に基づいて、レーザ測距装置と対象物3との間の距離を計測する位相比較法もある。しかし、位相比較法は、例えば数MHzの周波数のような高速で測距を行う場合には、測定誤差が比較的大きくなる。そこで、この数MHzの周波数をうなりによりビートダウン(Beat Down)させることで、測定誤差を例えば±0.4mm程度まで減少させて位相測定精度を向上するヘテロダイン位相比較法が提案されている。

40

【0007】

図2に示すように、リファレンス波 W_o となる波長と反射波 W_r の波長の位相差を測定する場合、例えば数MHzの周波数のような高速で位相差を計測するのは困難である。そこで、ヘテロダイン位相比較法では、図3に示すように、リファレンス波 W_o となる波長

50

と反射波 W_r の波長の夫々について、互いに近い周波数の波長を重ね合わせることで波長をダウンコンバートしてから位相差を測定する。図 3 中、(a) はリファレンス波 W_o となる波長と変調されたリファレンス波 W_{om} の波長を示し、(b) は反射波 W_r の波長と変調された反射波 W_{rm} を示す。ヘテロダイン位相比較法では、図 4 に示すように、各波長がダウンコンバートされるので、振幅がゼロとなる地点で位相差に基づく測距を行うことにより、測距精度を向上することができる。つまり、リファレンス波 W_o 、 W_{om} の合成波 W_{oc} の振幅がゼロとなり、次に反射波 W_r 、 W_{rm} の合成波 W_{rc} の振幅がゼロとなった際の位相差に基づいて測距を行う。しかし、ビートダウンを行うため、変調される周波数分だけ測距に時間がかかる。図 2 乃至図 4 において、縦軸は振幅を任意単位で示し、横軸は時間を任意単位で示す。

10

【0008】

非接触インターフェースを実現する上では、投影画面がタッチされたか否かの判断は必須であり、ヘテロダイン位相比較法のような高い測定精度が求められる。ヘテロダイン位相比較法は、通常は 1 点のみでの測距に利用されるため、建築、道路整備などの現場での測距で用いられている。

【0009】

これに対し、プロジェクタでは、レーザ光をガルバノミラー (Galvano Mirror) を用いて高速に、例えば縦方向及び横方向に振動させることで描画を行うため、投影画面上の凸形状を認識するためには投影画面内の全レーザ光について測距する必要がある。しかし、プロジェクタで画像を投影する際、投影画面として黒い部分などは投影する必要がないので、黒い部分では RGB (Red, Green, Blue) のレーザ光を出射しておらず、また、RGB のレーザ光は連続的に出射していない。そこで、描画用レーザダイオード (RGB レーザダイオード) とは別に、測距用のレーザダイオードを用いることが提案されている (例えば、特許文献 1)。

20

【0010】

また、ヘテロダイン位相比較法は、リファレンス W_o となる波長と反射波 W_r の波長が変調される周波数により、1 秒間に測距できる地点の数が限られてしまう。例えば、1000 Hz で変調される場合、1 秒間に 1000 回しか測距できない。画面サイズが例えば 640 点 \times 480 点の場合、描画点数は 307200 点となり、1 秒間に 60 画面 (フレーム) 描画するものとする、当然のことながら投影画面上の凸形状を認識することはできない。

30

【0011】

1 回の描画で全ての点を測距することができない場合、複数の画面 (フレーム) の夫々で測距を行い、複数の画面での測距結果を重ねることで全体として各点を測距する方法が提案されている (例えば、特許文献 2)。しかし、測距する位置が複数の画面 (フレーム) 間で 1 か所に偏っていると、全体として各点を正確に測距することは難しい。また、連続して測距を行うと、測距位置がリサージュ (Lissajous) 図形となってしまう、測距位置が密になる箇所と疎になる箇所が発生してしまう。TOF 法による測距であれば、測距位置が等間隔となるように測距タイミングを調整できるが、ヘテロダイン位相比較法による測距の場合は測距タイミングの調整はできない。

40

【0012】

さらに、ヘテロダイン位相比較法は、実際に測距したいタイミングでは測距することができず、測距できるタイミングではガルバノミラーによってレーザ光の投射位置が移動しているため、実際に測距しているタイミングがわからず、高速で連続的に測距を行うような条件下では高精度の測距を行えない。つまり、ヘテロダイン位相比較法は、1 点のみでの測距の場合は比較的高精度の測距を行うことができるものの、例えばプロジェクタに適用した場合のように高速で連続的に測距を行う場合には高精度の測距を行うことは困難である。

【0013】

図 5 は、ヘテロダイン位相比較法における測距タイミングとガルバノミラーがレーザ光

50

を投射している角度（即ち、基準面に対するガルバノミラーの角度）との関係を説明する図である。図5において、縦軸はリファレンス波 W_o 、 W_{om} の合成波 W_{oc} と反射波 W_r 、 W_{rm} の合成波 W_{rc} については振幅、ガルバノミラーのレーザ光投射角度については当該角度を得るためにガルバノミラーの駆動部に供給される駆動信号 G_a の振幅を夫々任意単位で示し、横軸は時間を任意単位で示す。例えば、タイミング t_0 で測距をしたい場合であっても、リファレンス波 W_o 、 W_{om} の合成波 W_{oc} の振幅がゼロになるタイミング t_1 では、ガルバノミラーは大きく移動しており駆動信号 G_a に応じてレーザ光投射角度は大きく変化している。同様に、反射波 W_r 、 W_{rm} の合成波 W_{rc} の振幅がゼロになるタイミング t_2 では、ガルバノミラーはさらに移動しており駆動信号 G_a に応じてレーザ光投射角度はさらに変化している。このため、実際に測距できるタイミングは、タイミング t_0 ではなくタイミング t_2 となるが、このタイミング t_2 を認識する手法は確立されていない。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0014】

【特許文献1】特開2009-222973号公報

【特許文献2】特許第4243090号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0015】

従来のレーザ測距技術では、高速で連続的な測距を高精度に行うことは難しい。

20

【0016】

そこで、本発明は、高速で連続的な測距を高精度に行うことのできる測距装置及び入力装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0017】

本発明の一観点によれば、被測定対象に対してレーザ光をガルバノミラーで振動周波数で振動させて出射すると共に、リファレンス光を出射する光源系と、前記被測定対象からの反射光を検出して反射光信号を出力すると共に、前記リファレンス光を検出してリファレンス光信号を出力する受光系と、前記反射光信号の周波数及び前記リファレンス光信号の周波数に変調周波数を合成した合成波のゼロクロス点の位相差に基づいて前記被測定対象までの距離を算出する距離算出部と、フレーム毎に前記ガルバノミラーの基準位置でゼロとなる基準信号及び前記距離に基づいて前記レーザ光を投射している測距位置を算出する測距位置演算部を備えたことを特徴とする測距装置が提供される。

30

【0018】

本発明の一観点によれば、レーザ光をガルバノミラーで振動周波数で振動させて出射して任意の表面に投影画面を投影すると共に、リファレンス光を出射する光源系と、前記被測定対象からの反射光を検出して反射光信号を出力すると共に、前記リファレンス光を検出してリファレンス光信号を出力する受光系と、前記反射光信号の周波数及び前記リファレンス光信号の周波数に変調周波数を合成した合成波のゼロクロス点の位相差に基づいて前記被測定対象までの距離を算出する距離算出部と、フレーム毎に前記ガルバノミラーの基準位置でゼロとなる基準信号及び前記距離に基づいて前記レーザ光を投射している測距位置を算出する測距位置演算部と、前記測距位置と対象物の寸法に基づいて、前記投影画面上に位置する前記対象物のタッチ位置及び前記表面へのタッチの有無を算出する画面形状算出部を備えたことを特徴とする入力装置が提供される。

40

【発明の効果】

【0019】

開示の測距装置及び入力装置によれば、高速で連続的な測距を高精度に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 2 0 】

【 図 1 】 T O F 法を説明する図である。

【 図 2 】 リファレンスとなる波長と反射波の波長の位相差に基づく測距を説明する図である。

【 図 3 】 ヘテロダイン位相比較法における互いに近い周波数の波長を重ね合わせを説明する図である。

【 図 4 】 ヘテロダイン位相比較法における各波長のダウンコンバートを説明する図である。

【 図 5 】 ヘテロダイン位相比較法における測距タイミングとガルバノミラーがレーザ光を投射している角度との関係を説明する図である。

10

【 図 6 】 本発明の一実施例におけるプロジェクタの一例を示す図である。

【 図 7 】 測距処理の一例を説明するフローチャートである。

【 図 8 】 距離算出処理の一例を説明するフローチャートである。

【 図 9 】 測距位置算出処理の一例を説明するフローチャートである。

【 図 1 0 】 測距タイミングとガルバノミラーがレーザ光を投射している角度との関係を説明する図である。

【 図 1 1 】 画面形状算出処理の一例を説明するフローチャートである。

【 図 1 2 】 測距位置情報の重ね合わせを説明する図である。

【 図 1 3 】 投影画面上の凹凸形状の等高線の一例を示す図である。

【 図 1 4 】 一実施例における可搬型装置の一例を説明する図である。

20

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 1 】

開示の測距装置及び入力装置では、被測定対象に対してレーザ光をガルバノミラーで振動周波数で振動させて出射すると共に、リファレンス光を出射する光源系と、被測定対象からの反射光を検出して反射光信号を出力すると共に、リファレンス光を検出してリファレンス光信号を出力する受光系を備える。制御部は、反射光信号の周波数及びリファレンス光信号の周波数に変調周波数を合成した合成波のゼロクロス点の位相差に基づいて被測定対象までの距離を算出する距離算出部と、フレーム毎にガルバノミラーの基準位置でゼロとなる基準信号及び前記距離に基づいてレーザ光を投射している測距位置を算出する測距位置演算部を備える。

30

【 0 0 2 2 】

以下に、開示の測距装置及び入力装置の各実施例を図面と共に説明する。

【 実施例 】

【 0 0 2 3 】

図 6 は、本発明の一実施例におけるプロジェクタの一例を示す図である。プロジェクタ 1 0 は、測距装置を備えたプロジェクション方式の入力装置の一例である。図 6 に示すプロジェクタ 1 0 は、光源系の一例である L D (Laser Diode) 部 1 0 0 、受光系の一例である P D (Photo-Detector) 部 2 0 0 、及び制御部 3 0 0 を有する。

【 0 0 2 4 】

L D 部 1 0 0 は、レーザ光を後述するガルバノミラー 1 0 1 - 1 , 1 0 1 - 2 を用いて高速に所定方向に振動させることで画面描画を行う L D 走査部 1 0 1 、測距用のリファレンスレーザ光を P D 部 2 0 0 側に反射させるリファレンス光反射部 1 0 2 、及びレーザ光出射部 1 0 3 を有する。レーザ光出射部 1 0 3 は、L D 1 0 3 R , 1 0 3 G , 1 0 3 B , 1 0 3 L と、L D 1 0 3 R , 1 0 3 G , 1 0 3 B , 1 0 3 L が出射する R 用レーザ光、G 用レーザ光、B 用レーザ光、及び測距用リファレンスレーザ光 (以下、「リファレンス光」と言う) を重ね合わせてリファレンス光反射部 1 0 2 に供給する光学系 1 0 3 1 を有する。リファレンス光反射部 1 0 2 は、重ね合わされた R 用レーザ光、G 用レーザ光、及び B 用レーザ光 (以下、「描画用レーザ光」とも言う) を L D 走査部 1 0 1 に供給すると共に、リファレンス光を P D 部 2 0 0 に供給する光学系 1 0 2 1 を有する。L D 走査部 1 0 1 は、2 つのガルバノミラー 1 0 1 - 1 , 1 0 1 - 2 を含む光学系 1 0 1 1 を有する。ガ

40

50

ガルバノミラー 101-1, 101-2 は、周知の方法で駆動されることで、重ね合わされた R 用レーザ光、G 用レーザ光、及び B 用レーザ光を高速に所定方向（例えば、縦方向または横方向）に振動させることで描画を行う周知の構成を有する。なお、ガルバノミラー 101-1, 101-2 の駆動部などの図示及び説明は省略する。また、ガルバノミラー 101-1 とガルバノミラー 101-2 の位置関係は、図 6 とは逆の位置関係であっても良い。ガルバノミラー 101-1 の振動方向は縦方向とし、ガルバノミラー 101-2 の振動方向は横方向とすることで、2次元の面に対する走査を行うことができる。なお、ガルバノミラー 101-1, 101-2 の駆動方向は、上記と逆であっても良い。

【0025】

LD103R, 103G, 103B, 103L の制御信号、及び LD 走査部 101 の駆動信号については後述する。

【0026】

PD部200は、リファレンス光反射部102からのリファレンス光を受光するPDを含むリファレンス光検出部201、及びLD部100から出射され対象物（図示せず）で反射された描画用レーザ光（以下、「反射光」とも言う）を受光するPDを含む反射光検出部202を有する。対象物は、プロジェクタ10の投影画面を表示できる表面を有するものであれば、特に限定されない。また、ユーザが指などで投影画面上で画面操作を行う場合には、描画用レーザ光は投射位置によっては投影画面に到達する前にユーザの指などに到達するので、対象物はユーザの指などを含む。つまり、この例における対象物は、測距の対象となる被測定対象である。リファレンス光検出部201は、リファレンス光を検出してリファレンス光信号を制御部300に供給する。反射光検出部202は、反射光を検出して反射光信号を制御部300に供給する。

【0027】

制御部300は、変調周波数演算部301、距離演算部302、測距位置演算部303、画面形状算出部304、画面制御部305、走査制御部306、及びLD制御部307を有する。この例では、制御部300内の各部の機能はハードウェアで実現される。しかし、制御部300内の少なくとも一部の機能をCPU (Central Processing Unit) などのプロセッサで実現しても良く、この場合、少なくとも一部の機能を1または複数のプロセッサで実現しても良い。

【0028】

図7は、測距処理の一例を説明するフローチャートである。図7において、ステップS1では変調周波数演算部301がダウンコンバートする変調周波数を算出し、算出された変調周波数を距離演算部302に供給する。変調周波数は、基本的にプロジェクタ10内で設定されている各パラメータ値に基づいて決定可能である。例えば、下記の如き条件が設定されているものとする。

【0029】

描画解像度：640点×480点（または、640ドット×480ドット）

フレームレート：60fps (frames per second)

画面制御レート：0.2秒（または、12フレーム）

投影画面サイズ：270mm×200mm

指の押し幅：縦15mm×横15mm

この場合、画面制御に必要な測距点数は、（投影画面サイズ）÷（指の長さ×指の幅）から求めることができる。ユーザの指の押し幅にマージンを持たせるため、上記の15mm×15mmより少し小さめに設定した10mm×10mmなる指の押し幅を用いることで、画面制御に必要な測距点数は、（270mm×200mm）÷（10mm×10mm）=540点となる。つまり、12フレームで540点の測距を行うので、1フレーム内の測距点数は45点となる。従って、1秒間で測距したい回数に変調周波数となるので、540×5=2700Hzとなる。ただし、このままでは測距位置に偏りが発生してしまう可能性があるため、フレーム毎に測距位置がばらつくように、このように求めた変調周波数に（描画解像度）÷（画面制御に必要な測位点数）から求めた周波数を加算した値を

10

20

30

40

50

変調周波数とする。この例では、 $(640 \text{点} \times 480 \text{点}) \div 540 \text{点} = 569 \text{点}$ であるため、変調周波数は $2700 \text{Hz} + 569 \text{Hz} = 3269 \text{Hz}$ となる。

【0030】

このように投影画面全体に測距位置を分散させる方法では、ガルバノミラー101-2の振動周波数であるフレームレートと変調周波数の周期が、画面制御レート（この例では12フレーム）以内で同期しないようにする。また、1フレーム目の測距位置が13フレーム目で戻ってくるように変調周波数を設定する。

【0031】

ステップS2で画面描画が開始されると、ステップS3ではガルバノミラー101-2のx軸とy軸がゼロの地点を基準位置とし、走査制御部306がフレーム毎に基準位置でゼロとなる基準信号を生成すると共に、後述する同期信号及び駆動信号を生成し、ステップS4では測距位置演算部303が走査制御部306からの基準信号を取得する。

10

【0032】

PD部200のリファレンス光検出部201及び反射光検出部202は常に光を受光しているため、ステップS5では、距離演算部302がPD部200のリファレンス光検出部201及び反射光検出部202からのリファレンス光信号及び反射光信号の夫々の周波数に変調周波数を合成してビートダウンを発生させ、これらの合成波のゼロクロス点の位相差に基づいてプロジェクタ10から対象物までの距離を演出して距離情報を出力する。

【0033】

ステップS6では、走査制御部306からの基準信号及び距離演算部302からの距離情報に基づいて、測距位置演算部303が各タイミングでLD走査部101（ガルバノミラー101-2）が描画用レーザ光を投射している位置、即ち、投影画面上の測距した位置を算出する。ステップS7では、測距位置演算部303が基準信号のカウント値に基づいて、投影画面上の凹凸形状（即ち、投影画面が投影されている面に対する凹凸形状）を算出する所定のフレーム数（この例では12フレーム）、即ち、画面制御レートに到達したか否かを判定し、判定結果がNOであると、ステップS11では測距位置演算部303が距離演算部302で演算した距離を示す距離情報及び測距位置演算部303で演算した測距位置を示す測距位置情報を測距位置演算部303内のメモリ（図示せず）に記憶し、処理はステップS3へ戻る。距離情報及び測距位置情報は、制御部300内に設けられた内部メモリ、あるいは、制御部300外部に設けられた外部メモリに記憶しても良いこと

20

30

【0034】

ステップS7の判定結果がYESであると、ステップS8では、画面形状算出部304が測距位置情報に基づいてタッチ位置とタッチの有無を判定し、タッチ位置を示すタッチ位置情報及びタッチの有無を示すタッチ有無信号を画面制御部305に供給する。ステップS9では、画面制御部305がタッチ位置情報及びタッチ有無信号に基づいて画像情報信号を生成し、LD制御部307に供給する。LD制御部307は、走査制御部306からの同期信号に同期して、画面制御部305からの画像情報信号に基づいて制御信号を生成し、制御信号でLD部100のレーザ光出射部103内のLD103R, 103G, 103B, 103Lを制御することで、R用レーザ光、G用レーザ光、B用レーザ光、及びリファレンス光の出射を制御する。一方、走査制御部305からの駆動信号は、LD部100のLD走査部101内のガルバノミラー101-2の駆動部を駆動することで、ガルバノミラー101-2を高速に所定方向に振動させることで描画を行う。ステップS10では、画像制御部305が測距処理を終了する終了処理が行われたか否かを判定し、判定結果がNOであると処理はステップS2へ戻り、判定結果がYESであると測距処理は終了する。終了処理は、例えばプロジェクタ10の操作部などの入力部（図示せず）からユーザにより入力された指示に基づいて実行されても良い。また、終了処理の指示は、投影画面上の入力操作（即ち、非接触インターフェース）により入力されても良い。

40

【0035】

図8は、距離演算部302がステップS5で実行する距離算出処理の一例を説明するフ

50

ローチャートである。図 8 において、ステップ S 5 1 では、距離演算部 3 0 2 が P D 部 2 0 0 のリファレンス光検出部 2 0 1 からのリファレンス光信号の周波数に変調周波数を合成してビートダウン（うなり）を発生させる。ステップ S 5 1 と並行して、ステップ S 5 2 では、距離演算部 3 0 2 が P D 部 2 0 0 の反射光検出部 2 0 2 からの反射光信号の周波数に変調周波数を合成してビートダウンを発生させる。ステップ S 5 3 では、距離演算部 3 0 2 がステップ S 5 1 で発生させた合成波のゼロクロス点を検出する。同様に、ステップ S 5 4 では、距離演算部 3 0 2 がステップ S 5 2 で発生させた合成波のゼロクロス点を検出する。ステップ S 5 5 では、距離演算部 3 0 2 がステップ S 5 3 , 5 4 で検出したゼロクロス点の位相差に基づいて、プロジェクタ 1 0 から対象物までの距離を演出して距離情報を出し、処理は終了する。

10

【 0 0 3 6 】

図 9 は、測距位置演算部 3 0 3 がステップ S 6 で実行する測距位置算出処理の一例を説明するフローチャートであり、図 1 0 は、測距タイミングとガルバノミラー 1 0 1 - 2 がレーザ光を投射している角度（即ち、基準面に対するガルバノミラー 1 0 1 - 2 の角度）との関係を説明する図である。図 1 0 において、縦軸はリファレンス波 W_o , W_{om} の合成波 W_{oc} と反射波 W_r , W_{rm} の合成波 W_{rc} については振幅、ガルバノミラー 1 0 1 - 2 のレーザ光投射角度については当該角度を得るためにガルバノミラー 1 0 1 - 2 の駆動部に供給される駆動信号 G_a の振幅を夫々任意単位で示し、横軸は時間を任意単位で示す。

20

【 0 0 3 7 】

図 9 において、ステップ S 6 1 では、測距位置演算部 3 0 3 が基準信号の時刻（タイミング） t_0 を測距位置演算部 3 0 3 内のメモリに記憶する。基準信号の時刻 t_0 は、制御部 3 0 0 内に設けられた内部メモリ、あるいは、制御部 3 0 0 外部に設けられた外部メモリに記憶しても良いことは言うまでもない。ステップ S 6 2 では、測距位置演算部 3 0 3 が 1 点目の測距であるか否かを判定し、判定結果が YES であれば処理はステップ S 6 3 へ進み、判定結果が NO であれば処理はステップ S 6 7 へ進む。1 点目の測距の場合、ステップ S 6 3 では、測距位置演算部 3 0 3 がリファレンス光のゼロクロス時刻 t_1 を取得する。ステップ S 6 4 では、測距位置演算部 3 0 3 が基準信号の時刻 t_0 からゼロクロス時刻 t_1 までの時間 t を算出してメモリに記憶する。ステップ S 6 5 では、測距位置演算部 3 0 3 が反射光のゼロクロス時刻 t_2 を取得する。ステップ S 6 6 では、測距位置演算部 3 0 3 が $(t_2 - t_1) + t$ を算出することで、測距位置（ガルバノミラー 1 0 1 - 2 の角度）を算出し、処理は終了する。

30

【 0 0 3 8 】

一方、2 点目以降の測距であると、ステップ S 6 7 では、測距位置演算部 3 0 3 が反射光のゼロクロス時刻 t_2 を取得する。ステップ S 6 8 では、1 点目で算出した時間 t と変調周波数の周期の半分の時間を利用して、 $(t_2 - t_1) + t + [(\text{変調周波数の周期})/2]$ を算出することで、測距位置（ガルバノミラー 1 0 1 - 2 の角度）を算出し、処理は終了する。

【 0 0 3 9 】

図 1 1 は、画面形状算出部 3 0 4 がステップ S 8 で実行する画面形状算出処理の一例を説明するフローチャートであり、図 1 2 は、測距位置情報の重ね合わせを説明する図である。図 1 2 中、印は測距位置情報に含まれる測距点を示し、上申書と共に提出するカラー図面では印の色がフレーム毎に異なる。図 1 2 に示す外枠の矩形形状が、プロジェクタ 1 0 の投影画面の外枠形状に相当する。

40

【 0 0 4 0 】

図 1 1 において、ステップ S 8 1 では、画面形状算出部 3 0 4 がメモリに記憶されている距離情報及び測距位置情報を統合する。図 1 2 中、(a) は 1 フレーム目の測距位置情報を示し、(b) は 1 フレーム目と 2 フレーム目の測距位置情報を重ね合わせて統合した結果を示し、(c) は 1 フレーム目乃至 3 フレーム目までの 3 フレーム分の測距位置情報を重ね合わせて統合した結果を示し、(d) は 1 フレーム目乃至 1 2 フレーム目までの 1 2 フレーム分の測距位置情報を重ね合わせて統合した結果を示す。なお、距離情報は、各

50

印で示される測距点の距離の数値を含み、測距位置情報と同様に12フレーム分の距離情報が重ね合わされて統合される。

【0041】

ステップS82では、画面形状算出部304が投影画面への物の侵入を検知する。ユーザが投影画面上を指差す際は、必ず投影画面の端から指が侵入するので、画面形状算出部304は投影画面の外枠から内側への指（または、手）の侵入を検知する。投影画面へペン、スタイラス（Stylus）などが侵入した場合も、侵入を同様に検知できる。また、投影画面への侵入物の形状、材質、特性などは特に限定されず、導電性材料である必要はない。ステップS83では、画面形状算出部304が投影画面への侵入があるか否かを判定し、判定結果がYESであると処理はステップS84へ進み、判定結果がNOであると処理はステップS87へ進む。

10

【0042】

ステップS84では、画面形状算出部304が投影画面への侵入物の侵入箇所から侵入物の先端の位置（即ち、タッチ位置）を検知する。この例では、投影画面へのユーザの手の先端（指）の位置を検知する。投影画面へペンなどが侵入した場合も、指の寸法の代わりにペンなどの寸法を考慮してタッチ位置を検知することができる。

【0043】

図13は、投影画面上の凹凸形状の等高線の一例を示す図である。図13中、等高線は投影画面上の高さ位置を示し、上申書と共に提出するカラー図面では、同図の右側に数値で示すように、等高線の色が10mm（1.0cm）間隔で異なる。図13に示す等高線は、12フレーム分の測距位置情報を重ね合わせて統合した結果と、12フレーム分の距離情報を重ね合わせて統合した結果とを統合した結果に相当する。

20

【0044】

ステップ83は、投影画面内で、プロジェクタ10から投影画面までの距離より短い距離が測距されると、図13に示す如き等高線に基づいて投影画面への侵入を認識できる。例えば、指の厚さが約10mm（1.0cm）であり、投影画面までの距離が300mm（30cm）の場合、ステップS83は投影画面までの距離300mm（30cm）から約-5mm（-0.5cm）の距離が測距されると、投影画面への侵入を認識できる。また、ステップ84は、図13に示す如き等高線に基づいて投影画面内のタッチ位置を検知できる。例えば、ステップS84は、投影画面内で、投影画面までの距離から-5mm（-0.5cm）から-15mm（-1.5cm）の距離が測距されると、投影画面内のタッチ位置を検知できる。

30

【0045】

ステップS85では、画面形状算出部304が投影画面内のタッチ位置でのタッチがあるか否かを判定する。ステップS85は、図13に示す如き等高線に基づいて、投影画面内のタッチ位置でのタッチの有無を判定できる。例えば、指の厚さを約10mm（1.0cm）とすると、ステップS85は、例えばプロジェクタ10から投影画面までの距離が300mm（30cm）で、指の先端までの距離が200mm（20cm）である場合、指の先端までの距離は投影画面までの距離から-100mm（-10cm）なので、タッチが無いと判定できる。一方、ステップS85は、例えばプロジェクタ10から指の先端までの距離が295mm（29.0cm）から285mm（28.5cm）であると、タッチがあると判定できる。

40

【0046】

なお、例えば図13の投影画面内の左中部分に凸形状があり、この部分で等高線の色が変わっているなど、投影画面が投影される面が平坦面ではない場合もあり得るが、投影画面の端からの侵入が検知ができない固定位置の凸形状などは無視すれば良い。

【0047】

ステップS85の判定結果がYESであると、ステップS86では、画面形状算出部304がステップS84で検知されたタッチ位置を示すタッチ位置情報と、ステップS85でタッチがあると判定されたことを示すタッチ有無信号とを出力するタッチ判定を行い、

50

処理は終了する。一方、ステップ S 8 3 またはステップ S 8 5 の判定結果が NO であると、ステップ S 8 7 では、画面形状算出部 3 0 4 がステップ S 8 4 でタッチ位置が検知されなかったことを示すタッチ位置情報、あるいは、ステップ S 8 5 でタッチが無いと判定されたことを示すタッチ有無信号を出力するタッチ未判定を行い、処理は終了する。

【 0 0 4 8 】

図 1 4 は、一実施例における可搬型装置の一例を説明する図である。この例では、ユーザ U 1 が可搬型装置 5 0 を持って LD 部 1 0 0 からの投影画面 3 1 を机 5 1 上に形成する。可搬型装置 5 0 は、プロジェクタ 1 0 を備えたデジタルカメラ、ビデオカメラ、携帯電話などで形成されている。ユーザ U 2 が投影画面 3 1 上の位置を指差すと、プロジェクタ 1 0 は PD 部 2 0 0 で受光した反射光に基づいてユーザ U 2 が指差した投影画面 3 1 上のタッチ位置とタッチの有無を検出する。従って、画面制御部 3 0 5 は、画面形状算出部 3 0 4 で算出されたタッチ位置情報及びタッチ有無信号に基づいて投影画面 3 1 上でのユーザ U 2 の手の動きを捉えて、必要に応じた画面操作を行うことができる。なお、投影画面 3 1 は、机 5 1 上に限定されず、例えば壁などにも形成可能である。また、投影画面 3 1 は、机 5 1 上の水平面以外の面に形成しても良い。さらに、可搬型装置 5 0 は、ユーザ U 1 が把持する必要はなく、例えば台（図示せず）などの上に置かれていても良い。要は、プロジェクタ 1 0 は、画面操作を行うユーザの手、指、手に持たれたペンなどが、プロジェクタ 1 0 と投影画面 3 1 が投影される面との間の位置を取り得る配置にすれば良い。

【 0 0 4 9 】

投影画面 3 1 が例えば画像の場合、ユーザ U 2 の手、指、またはユーザ U 2 が持つペンなどの動きに応じた各種操作を画像に対して行うことが可能となる。投影画面 3 1 は、メニュー画面、キーボード、テンキーなどであっても良く、この場合、ユーザ U 2 の手、指、またはユーザ U 2 が持つペンなどの動きに応じたボタン操作やキー入力を行うことが可能となる。例えば、投影画面 3 1 がキーボードであり、ユーザ U 2 がキーボード上の「A」のキーの位置をタッチすれば、画面制御部 3 0 5 はキーボードの投影画面 3 1 とタッチ位置を重ねることで、「A」のキーが操作されたことを認識することができ、例えば「A」のキーが操作されたことを示すキーボードの投影画面 3 1 を出力するように LD 制御部 3 0 7 を制御することも可能となる。このようにして、プロジェクタ 1 0 が投影している投影画面 3 1 にユーザが直接触れるなどして画面制御を行う非接触インターフェースを実現することができる。

【 0 0 5 0 】

開示の測距装置によれば、高速で連続的な測距を高精度に行うことができる。また、ガルバノミラーを使用したヘテロダイン位相比較法における測距位置のずれをなくすことができ、投影画面全体に渡って測距を高精度に行うことができる。さらに、測距装置の構成が比較的小型で簡単であることから、携帯型装置に適した非接触インターフェースを形成可能となる。

【 0 0 5 1 】

以上の実施例を含む実施形態に関し、さらに以下の付記を開示する。

(付 記 1)

被測定対象に対してレーザ光をガルバノミラーで振動周波数で振動させて出射すると共に、リファレンス光を出射する光源系と、

前記被測定対象からの反射光を検出して反射光信号を出力すると共に、前記リファレンス光を検出してリファレンス光信号を出力する受光系と、

前記反射光信号の周波数及び前記リファレンス光信号の周波数に変調周波数を合成した合成波のゼロクロス点の位相差に基づいて前記被測定対象までの距離を算出する距離算出部と、

フレーム毎に前記ガルバノミラーの基準位置でゼロとなる基準信号及び前記距離に基づいて前記レーザ光を投射している測距位置を算出する測距位置演算部を備えたことを特徴とする、測距装置。

(付 記 2)

10

20

30

40

50

前記測距位置演算部は、前記基準信号から前記リファレンス光信号のゼロクロスまでの時間を t 、前記リファレンス光信号のゼロクロスの時刻を t_1 、前記反射光信号のゼロクロスの時刻を t_2 とすると、1 点目の測距については $(t_2 - t_1) + t$ から前記測距位置を算出し、2 点目以降の測距については $(t_2 - t_1) + t + [(\text{変調周波数の周期}) / 2]$ から前記測距位置を算出することを特徴とする、付記 1 記載の測距装置。

(付記 3)

前記光源系は、前記レーザ光の走査を所定フレーム数毎に行い、

前記振動周波数であるフレームレートと前記変調周波数の周期が前記所定フレーム数以内で同期せず、1 フレーム目の測距位置が $[(\text{所定フレーム数}) + 1]$ 目で戻るように前記変調周波数が設定されていることを特徴とする、付記 1 または 2 記載の測距装置。

10

(付記 4)

前記光源系は、前記レーザ光による投影画面を任意の表面に投影し、前記被測定対象は、前記表面と前記測距装置との間の位置を取ることの特徴とする、付記 1 乃至 3 のいずれか 1 項記載の測距装置。

(付記 5)

レーザ光をガルバノミラーで振動周波数で振動させて出射して任意の表面に投影画面を投影すると共に、リファレンス光を出射する光源系と、

前記被測定対象からの反射光を検出して反射光信号を出力すると共に、前記リファレンス光を検出してリファレンス光信号を出力する受光系と、

前記反射光信号の周波数及び前記リファレンス光信号の周波数に変調周波数を合成した合成波のゼロクロス点の位相差に基づいて前記被測定対象までの距離を算出する距離算出部と、

20

フレーム毎に前記ガルバノミラーの基準位置でゼロとなる基準信号及び前記距離に基づいて前記レーザ光を投射している測距位置を算出する測距位置演算部と、

前記測距位置と対象物の寸法に基づいて、前記投影画面上に位置する前記対象物のタッチ位置及び前記表面へのタッチの有無を算出する画面形状算出部を備えたことを特徴とする、入力装置。

(付記 6)

前記測距位置演算部は、前記基準信号から前記リファレンス光信号のゼロクロスまでの時間を t 、前記リファレンス光信号のゼロクロスの時刻を t_1 、前記反射光信号のゼロクロスの時刻を t_2 とすると、1 点目の測距については $(t_2 - t_1) + t$ から前記測距位置を算出し、2 点目以降の測距については $(t_2 - t_1) + t + [(\text{変調周波数の周期}) / 2]$ から前記測距位置を算出することを特徴とする、付記 5 記載の入力装置。

30

(付記 7)

前記光源系は、前記レーザ光の走査を所定フレーム数毎に行い、

前記振動周波数であるフレームレートと前記変調周波数の周期が前記所定フレーム数以内で同期せず、1 フレーム目の測距位置が $[(\text{所定フレーム数}) + 1]$ 目で戻るように前記変調周波数が設定されていることを特徴とする、付記 5 または 6 記載の入力装置。

(付記 8)

前記光源系は、前記レーザ光による投影画面を任意の表面に投影し、前記被測定対象は、前記表面と前記測距装置との間の位置を取ることの特徴とする、付記 5 乃至 7 のいずれか 1 項記載の入力装置。

40

(付記 9)

前記タッチ位置及び前記タッチの有無に基づいて画像情報信号を生成する画面制御部と、

前記画像情報信号に基づいて前記光源系の前記レーザ光及び前記リファレンス光の出射を制御する制御信号を生成する光制御部

を更に備えたことを特徴とする、付記 5 乃至 8 のいずれか 1 項記載の入力装置。

(付記 10)

前記画面形状算出部は、前記所定フレーム数分の前記測距位置を重ね合わせて統合した

50

結果と、前記所定フレーム数分の距離情報を重ね合わせて統合した結果とを統合した結果に相当する等高線に基づいて、前記投影画面上に位置する前記対象物のタッチ位置及び前記表面へのタッチの有無を算出することを特徴とする、付記7記載の入力装置。

【0052】

以上、開示の測距装置及び入力装置を実施例により説明したが、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の範囲内で種々の変形及び改良が可能であることは言うまでもない。

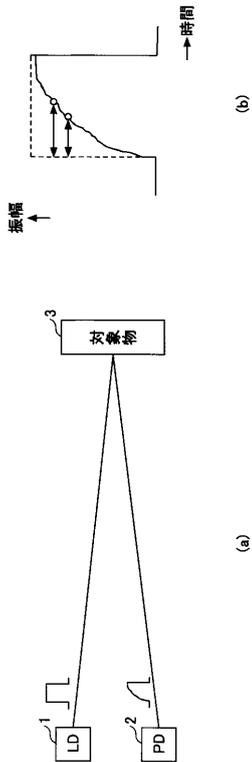
【符号の説明】

【0053】

10	プロジェクタ	10
31	投影画面	
50	携帯型装置	
100	LD部	
101	LD走査部	
102	リファレンス光反射部	
103	レーザ光出射部	
200	PD部	
201	リファレンス光検出部	
202	反射光検出部	
300	制御部	20
301	変調周波数演算部	
302	距離演算部	
303	測距位置演算部	
304	画面形状算出部	
305	画面制御部	
306	走査制御部	
3-7	LD制御部	

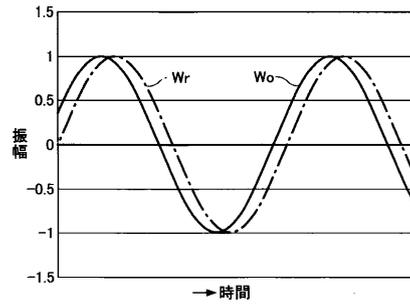
【 図 1 】

TOF法を説明する図



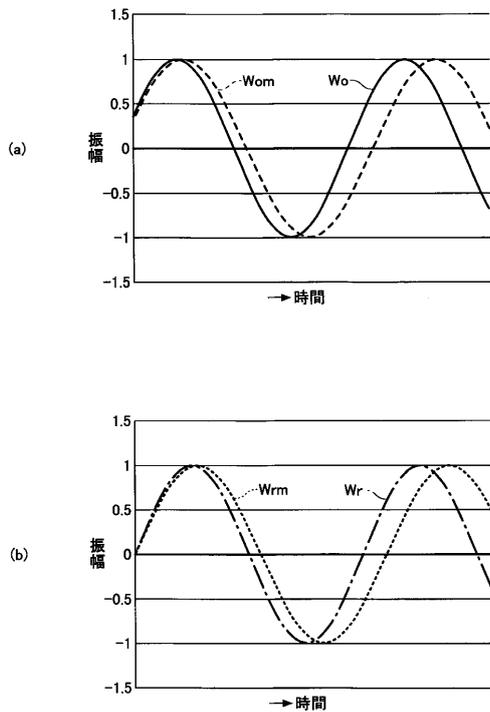
【 図 2 】

リファレンスとなる波長と反射波の波長の位相差に基づく測距を説明する図



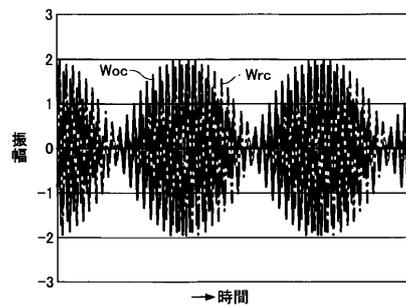
【 図 3 】

ヘテロダイン位比較法における互いに近い周波数の波長を重ね合わせを説明する図



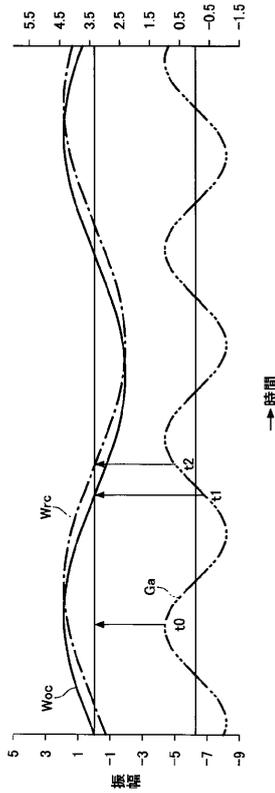
【 図 4 】

ヘテロダイン位比較法における各波長のダウンコンバートを説明する図



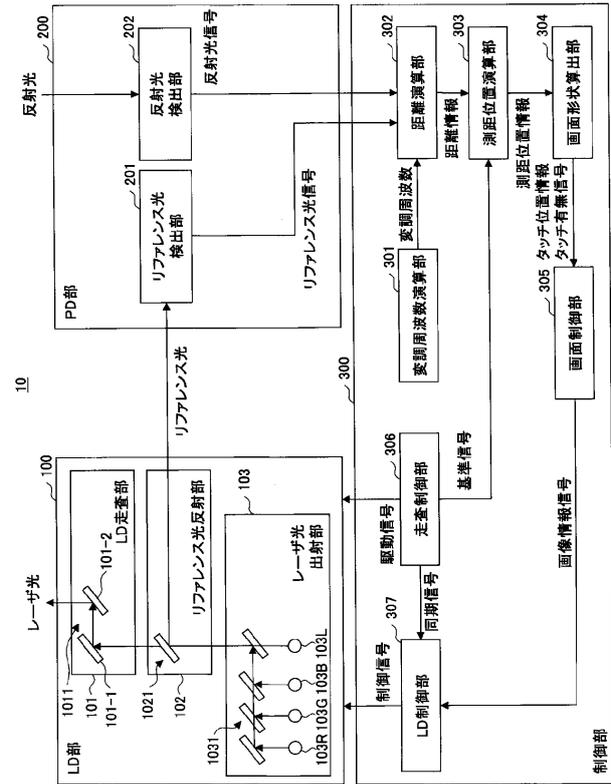
【図5】

ヘテロダイン位相比較法における測距タイミングとガルバノミラーがレーザー光を投射している角度との関係を説明する図



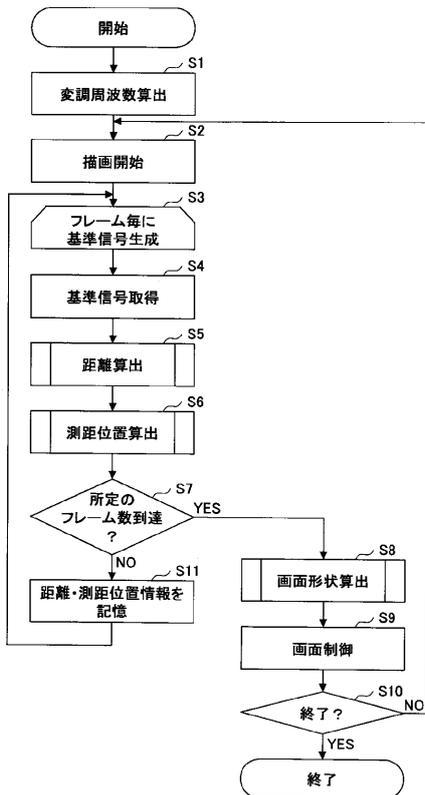
【図6】

本発明の一実施例におけるプロジェクトの一例を示す図



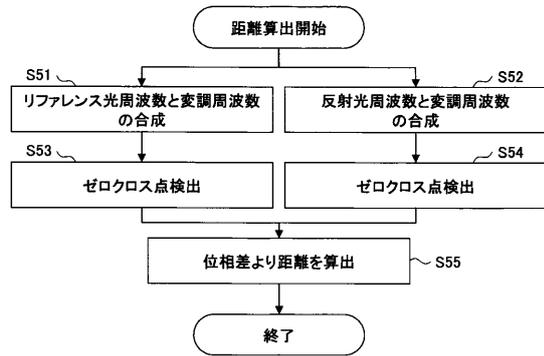
【図7】

測距処理の一例を説明するフローチャート



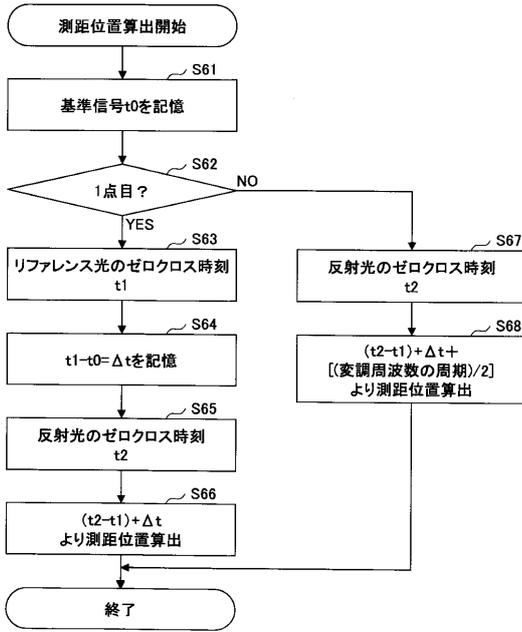
【図8】

距離算出処理の一例を説明するフローチャート



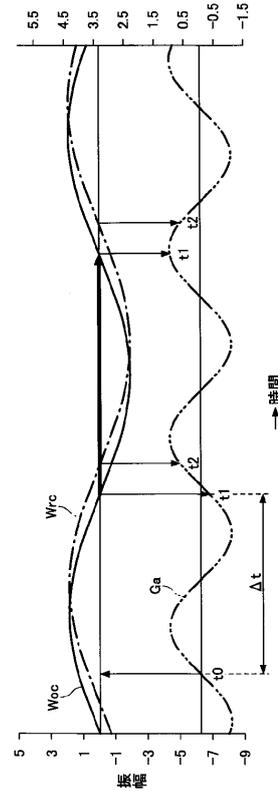
【 図 9 】

測距位置算出処理の一例を説明するフローチャート



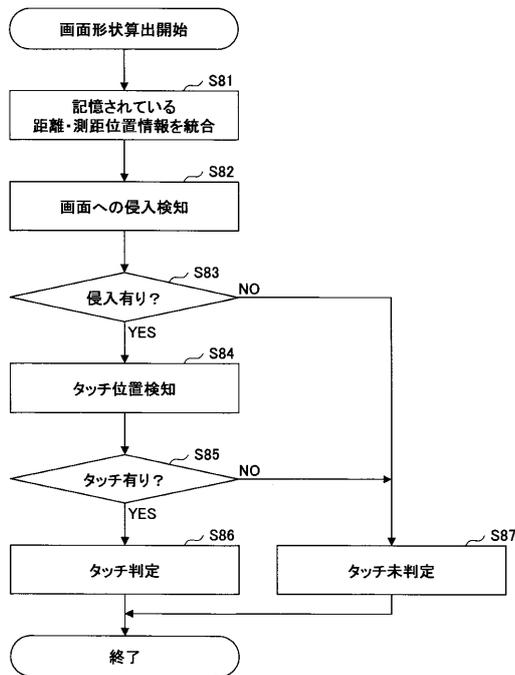
【 図 1 0 】

測距タイミングとガルバノミラーがレーザー光を投射している角度との関係を示す図



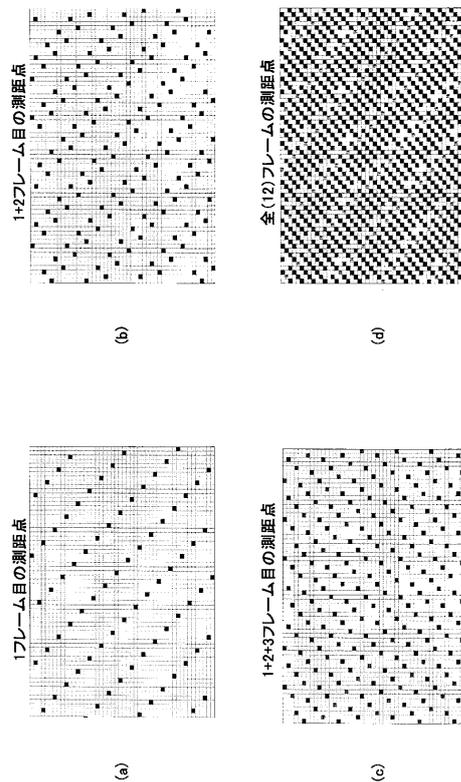
【 図 1 1 】

画面形状算出処理の一例を説明するフローチャート



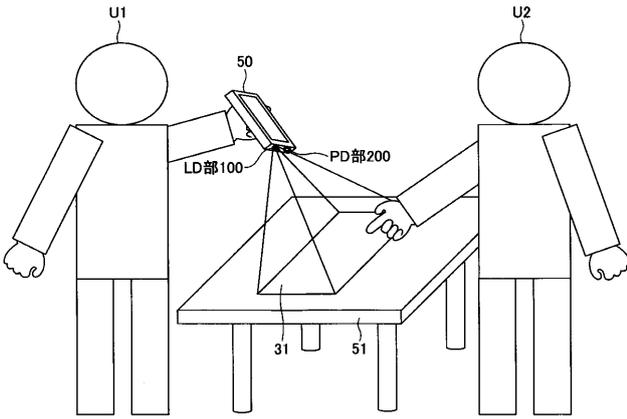
【 図 1 2 】

測距位置情報の重ね合わせを示す図



【 図 1 4 】

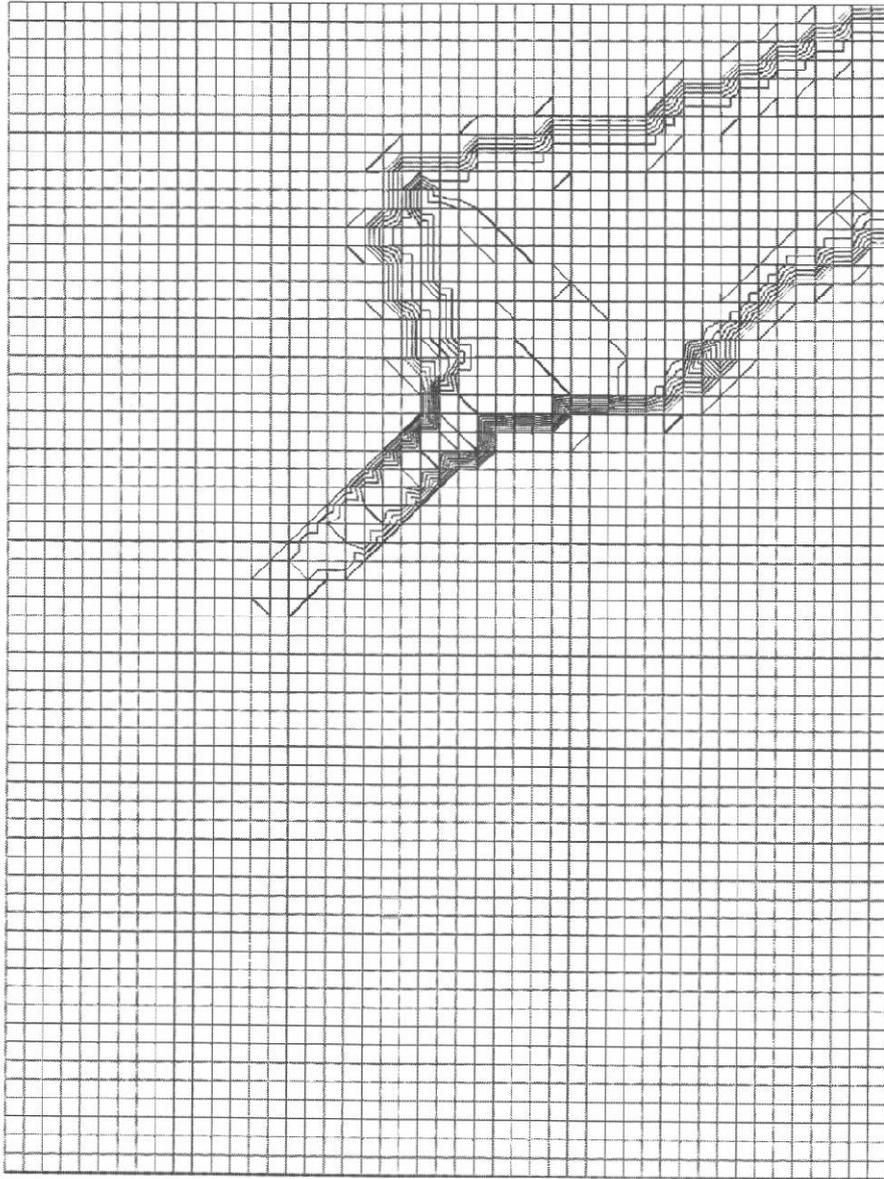
一実施例における可搬型装置の一例を説明する図



【 図 1 3 】

投影画面上の凹凸形状の等高線の一例を示す図

- 29 - 30
- 28 - 29
- 27 - 28
- 26 - 27
- 25 - 26
- 24 - 25
- 23 - 24
- 22 - 23
- 21 - 22
- 20 - 21



フロントページの続き

Fターム(参考) 5J084 AA01 AA04 AA05 AB07 AC08 AD02 BA04 BA14 BA36 BA50
BA52 BB28 CA07 CA24 CA42 DA01 DA08 EA04 EA05 FA01